第 50 講　原子核２

1

以下の文中の［　　］に当てはまる語句，数値を答えよ。

大気中には宇宙線の関与によって生じる放射性炭素 14 がある。これは通常の炭素 12 の［(1)］とよばれ，その半減期は 5700 年で，ベータ崩壊して［(2)］になる。ある遺跡から発掘された木材の炭素 14 の含有量が現在の新しい木材の炭素 14 の含有量の８分の１であるとき，この遺跡は今から［(3)］年前のものと推定できる。

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

以下の問に答えよ。答えは，それぞれの設問の指示にしたがって記せ。

${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ に中性子（${}^{1}_{0}\mathrm{n}$ で表す）を当てると，${}^{141}_{56}\mathrm{Ba}$ 核と ${}^{92}_{36}\mathrm{Kr}$ 核と数個の中性子が生じる核反応がある。

(i)　このことを表す核反応式を書け。

(ii)　この反応における質量欠損 Δm [u] を求めよ。ただし，各質量は，統一原子質量単位で，${}^{235}\mathrm{U}=235.0439$ [u]，${}^{141}\mathrm{Ba}=140.9139$ [u]，${}^{92}\mathrm{Kr}=91.8973$ [u]，${}^{1}\mathrm{n}=1.0087$ [u] とする。

(iii)　この反応による1個の ${}^{235}\mathrm{U}$ の核分裂で放出されるエネルギー ΔE [J] を有効数字3桁で求めよ。また，[MeV] でも答えよ。ただし，1 [u] $=1.66\times10^{-27}$ [kg]，光の速さ $c=3.00\times10^{8}$ [m/s]，電気素量 $e=1.60\times10^{-19}$ [C] とする。

ⒸRECRUIT　HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT　HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

空欄に当てはまるものを選べ。

素粒子は，その性質に基づいて，複数のグループに分類される。陽子や［ア］には強い力がはたらき，［イ］とよばれる。一方，電子や［ウ］などの，強い力がはたらかないものを［エ］という。［イ］は，さらに陽子などの［オ］と，パイ中間子などの［カ］に分類される。クォーク模型によると，［オ］はクォーク［キ］個からなり，［カ］は，クォークと反クォーク合わせて［ク］個からなると考えられている。素粒子の間にはたらく基本的な力は［ケ］種類あるとされ，これらの力は，［コ］粒子により媒介されると考えられている。

［ア］～［カ］，［コ］の選択肢（選択肢はそれぞれ一度のみ使用可能）

① レプトン　② バリオン　③ ハドロン　④ ゲージ
⑤ ニュートリノ　⑥ 中性子　⑦ メソン

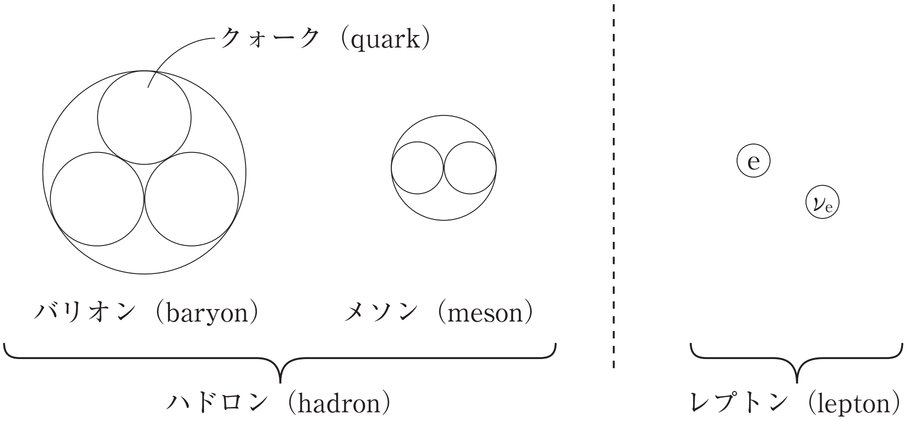
［キ］～［ケ］の選択肢（同じものを繰り返し選んでもよい）

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6
⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 10　⑪ 11　⑫ 12

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

参考資料

A　ハドロンとレプトン



○ハドロン……「強い力」を含む，４つの力を全て感じる

○バリオン……クォーク３個から構成されるフェルミオン

○メ ソ ン……クォーク，反クォーク対で構成されるボソン

○レプトン……「強い力」を感じない，スピン$\frac{\hbar}{2}$のフェルミオン$\left(\hbar = \frac{h}{2\pi}\right)$

©RECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

B　物質を構成する粒子

	第１世代	第２世代	第３世代	電　荷	色の自由度
クォーク（quark）	ⓤ アップ	ⓒ チャーム	ⓣ トップ	$+\frac{2}{3}e$	3
	ⓓ ダウン	ⓢ ストレンジ	ⓑ ボトム	$-\frac{1}{3}e$	3

小 ←――― 質量 ―――→ 大

	第１世代	第２世代	第３世代	電　荷
レプトン（lepton）	ⓔ 電子	(μ) ミューオン	(τ) タウオン	$-e$
	(ν_e) 電子ニュートリノ	(ν_μ) ミューニュートリノ	(ν_τ) タウニュートリノ	0

小 ←――― 質量 ―――→ 大

ⒸRECRUIT　HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

C　力を媒介する粒子とヒッグス粒子

○力を伝える粒子（ゲージ粒子）
（gauge particle）

種　類	力の種類	質　量	電　荷	スピン	その他
γ 光子（photon）	電磁気力	0	0	$\hbar$	
g グルーオン（gluon）	強い力	0	0	$\hbar$	８色
$W^{\pm}$ Wボソン	弱い力	大	$\pm e$	$\hbar$	
Z^0 Zボソン	弱い力	大	0	$\hbar$	
（G グラヴィトン）	重力	(0)	(0)	$(2\hbar)$	未発見

○その他の粒子

	質　量	電　荷	スピン	その他
H ヒッグス	125GeV くらい	0	0	ゲージ粒子などに質量を与える

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 50 講　確認テスト

以下の文中の空欄に入る語句，数式として最も適当なものを以下の選択肢の中から一つずつ選び，その記号を答えよ。ただし，同じものを何度用いてもよい。

原子核の中には ^{14}C のように放射線を出して自然に崩壊していくものがある。これを［ 1 ］という。ある［ 1 ］の半減期を T 年，今ある原子核の個数を N_0 とすると，t 年後に残っている原子核の個数は［ 2 ］となる。

原子核を構成する素粒子はいくつかのグループに分類される。陽子や中性子はバリオン，中間子はメソンと呼ばれ，これらを合わせて［ 3 ］と呼び，電子の仲間は［ 4 ］と呼ばれる。このハドロンは内部構造を持ち，［ 5 ］と呼ばれる 6 種類の基本粒子からなる。これは［ 6 ］相互作用(力)を及ぼしあい，核力はこの力が原因である。また，β 崩壊などは，クォークやレプトンの間に働く［ 7 ］相互作用と呼ばれる力によって起こる。自然界にはこの 2 つの力と，重力，および［ 8 ］の 4 つの力がある。相互作用を媒介する粒子を［ 9 ］といい，［ 8 ］の場合，その粒子は［ 10 ］である。

選択肢

① 光子　② レプトン　③ハドロン　④ ゲージ粒子　⑤ クォーク

⑥ 強い　⑦ 弱い　⑧ 電磁気力　⑨ 重力　⑩ 放射性同位体

⑪ $N_0\times 2^{\frac{t}{T}}$　⑫ $N_0\times 2^{\frac{T}{t}}$　⑬ $N_0\times\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$　⑭ $N_0\times\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{T}{t}}$

ⒸRECRUIT　HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 50 講　原子核２

1

(1)　同位体

(2)　窒素

(3)　17100

2

(i)　$^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

(ii)　$\Delta m = 0.2153$ [u]

(iii)　$\Delta E = 3.22 \times 10^{-11}$ [J]，2.01×10^{2} [MeV]

3

ア	⑥	イ	③	ウ	⑤	エ	①	オ	②
カ	⑦	キ	③	ク	②	ケ	④	コ	④

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 50 講　原子核２

1

(1)　同位体

(2)　窒素

(3)　17100

2

(i)　$^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

(ii)　$\Delta m = 0.2153$ [u]

(iii)　$\Delta E = 3.22 \times 10^{-11}$ [J]，2.01×10^{2} [MeV]

3

ア　⑥　　イ　③　　ウ　⑤　　エ　①　　オ　②

カ　⑦　　キ　③　　ク　②　　ケ　④　　コ　④

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 50 講　確認テスト

【解答】

1 ：⑩

2 ：⑬

3 ：③

4 ：②

5 ：⑤

6 ：⑥

7 ：⑦

8 ：⑧

9 ：④

10 ：①

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。